
POTENCIALIDADES E DESAFIOS DE SISTEMAS SILVIPASTORIS

Domingos Sávio Campos Paciullo¹³; Carlos Renato Tavares de Castro¹³;
Carlos Augusto de Miranda Gomide¹³; Maria de Fátima Ávila Pires¹³;
Marcelo Dias Müller¹³

1. INTRODUÇÃO

A expansão da pecuária bovina nos trópicos sempre esteve associada à derrubada de florestas e vegetação nativa, com a eliminação da maioria das árvores existentes, para o estabelecimento de pastagens. Nos trópicos úmidos são evidentes os ganhos iniciais de fertilidade do solo, obtidos com a derrubada e queima da floresta ou capoeira. Entretanto, acelerado processo de perda de fertilidade é observado se a vegetação original não é substituída por sistemas de uso da terra com capacidade para proteção do solo e reposição dos nutrientes, seja pela reciclagem natural ou pela introdução de fertilizantes.

No Brasil, as pastagens cultivadas de gramíneas sofreram grande expansão entre as décadas de setenta e noventa, principalmente com o plantio de espécies do gênero *Brachiaria* com predominância de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*. Essas pastagens foram formadas, na maioria das vezes, em solos de baixa fertilidade natural, o que contribuiu para o avanço do processo de degradação observado poucos anos após o seu estabelecimento.

Seja pela negligência na manutenção da fertilidade do solo em áreas recém-desmatadas ou mesmo pela introdução de pastagens em solos pobres, as conseqüências imediatas provocadas por esses fatores consistem na redução da produção de forragem, comprometimento da produção animal e aumento dos custos de produção, culminando em degradação ambiental.

Para tornar-se mais competitiva a pecuária brasileira terá de preterir o modelo extrativista em favor daqueles que exigem investimentos em novas tecnologias e processos de produção ambientalmente ajustados. Uma solução viável para enfrentar esses problemas é o estabelecimento de sistemas silvipastoris, que implica na presença de árvores, pastagem e animais na mesma área.

¹³Engenheiro Agrônomo, Pesquisadores da Embrapa Gado de Leite - Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Juiz de Fora-MG, E-mail: domingos@cnpq.embrapa.br

O objetivo desses sistemas é o estabelecimento de diferentes estratos vegetais, onde as árvores e/ou os arbustos, pela influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema. Ademais, esses sistemas de uso da terra têm o potencial de controlar a erosão, minimizar os danos decorrentes de intempéries climáticas, melhorar a qualidade de forragem e diminuir a estacionalidade de sua produção, promovendo a biodiversidade vegetal e animal (CARVALHO, 2001).

O uso de leguminosas com capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico induz a melhorias na qualidade da serapilheira do pasto, podendo fornecer grandes quantidades de nitrogênio ao sistema solo-planta-animal. Ademais, leguminosas e gramíneas consorciadas favorecem melhorias na qualidade da dieta com aumentos da capacidade de suporte e da produção animal (EUCLIDES et al., 1998).

Por outro lado, alguns desafios relacionados à tecnologia podem limitar sua adoção pelos produtores ou mesmo comprometer sua persistência. Estudos têm apontado soluções para muitos dos desafios, o que tem tornado a recomendação do sistema mais segura. Neste texto, procurou-se abordar as principais potencialidades de sistemas silvipastoris, assim como os desafios a serem vencidos. Alguns resultados foram apresentados na tentativa de se caracterizar melhor tanto as potencialidades como os desafios do sistema.

2. SISTEMAS SILVIPASTORIS

Os sistemas silvipastoris (SSP), modalidade dos sistemas agroflorestais, são associações de pastagens com cultivos arbóreos tais como essências florestais, fruteiras, leguminosas arbóreas de múltiplo uso ou plantios industriais. O objetivo desses sistemas, em que árvores, animais e pastagens são explorados em uma mesma área física, é o estabelecimento de diferentes estratos vegetais, onde as árvores e/ou os arbustos, pela influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema. Vários autores têm postulado que os SSP podem contribuir, mesmo que parcialmente, para reduzir os problemas decorrentes do desmatamento e da degradação de diferentes ecossistemas (SÁNCHEZ, 2000). Por meio desses sistemas busca-se maximizar o uso da terra pelo melhor aproveitamento dos

diferentes estratos da vegetação, obtendo-se, com isso, maior diversidade da produção, melhor uso da terra e da mão-de-obra, maior renda e produção de serviços ambientais (RIBASKI et al., 2001).

3. POTENCIALIDADES

3.1 BENEFÍCIOS PARA O SOLO

As espécies arbóreas, especificamente as leguminosas, influenciam na quantidade e na disponibilidade de nitrogênio na zona de atuação do seu sistema radicular a partir da fixação biológica de N_2 . As árvores reduzem as perdas de nutrientes causados por diversos processos, como lixiviação e erosão, e aumentam a disponibilidade de nutrientes pela sua maior liberação na matéria orgânica do solo. Além disso, as raízes profundas das árvores podem interceptar os nutrientes que foram lixiviados das camadas superficiais e se acumularam no subsolo, geralmente fora do alcance do sistema radicular das forrageiras herbáceas, retornando-os à superfície (RIBASKI et al., 2001; SÁNCHEZ et al., 2003).

Nos SSP, a sombra produzida pelas árvores é um dos fatores responsáveis pelo aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo. Evidências mostram que a taxa de mineralização é estimulada pelo sombreamento. De acordo com Wilson (1998), a melhoria do ambiente do solo sob a copa das árvores possibilita atividade microbiana mais efetiva na decomposição da matéria orgânica, o que resulta em maior liberação do nitrogênio mineralizado. A dinâmica e a velocidade do processo de decomposição tornam-se mais eficientes, principalmente quando há presença de leguminosas, uma vez que a relação carbono/nitrogênio (C/N) desse material é baixa, favorecendo a maior atividade dos microorganismos, acelerando o processo de decomposição e mineralização dos principais nutrientes do ecossistema (WILSON, 1996). Assim, a adição de leguminosas pode reduzir a imobilização de nitrogênio, que ocorre quando um resíduo vegetal com alta relação C/N é adicionado ao solo (YOUNG, 1997).

Os efeitos esperados, particularmente em solos naturalmente pobres em nutrientes, são obtidos em longo prazo, pois dependem do crescimento das árvores e dos processos de decomposição da serapilheira das árvores. Outro exemplo do benefício de leguminosas arbóreas para a gramínea *B. decumbens* submetida a manejo extensivo foi apresentado no trabalho de

Paciullo et al. (2011b). O sistema silvipastoril foi implantado no início da década de 1990, com objetivo verificar o efeito de leguminosas arbóreas nas características de pastagens degradadas em áreas montanhosas da região Sudeste (CARVALHO et al., 2001). Os dados obtidos após 13 anos de implantação do sistema silvipastoril, indicaram aumentos significativos nos teores de vários nutrientes do solo, com reflexos positivos na massa de forragem e no conteúdo de N do pasto, à medida que se aumentou a percentagem de cobertura arbórea na pastagem (Tabela 1). Esses resultados evidenciam que a inclusão do componente arbóreo, constituído por leguminosas, pode contribuir para recuperação e persistência de pastagens de *B. decumbens* em áreas montanhosas, onde, normalmente, é adotado manejo extensivo.

Tabela 1. Características do solo e do pasto de *B. decumbens*, após 13 anos de manejo sob três condições de cobertura por leguminosas arbóreas.

Característica	Cobertura por leguminosas arbóreas (%)		
	0	20	30
Solo			
K (mg/dm ³)	30,6	35,0	47,6
P (mg/dm ³)	1,87	2,90	5,20
MO (%)	1,70	2,10	2,53
CTC efetiva (cmol _c /dm ³)	1,25	1,45	1,86
CTC potencial (cmol _c /dm ³)	5,60	6,87	7,53

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011b).

A modificação do microclima, decorrente da presença do componente arbóreo, repercute sobre o balanço hídrico do solo, contribuindo para a elevação da umidade disponível para as plantas sob as copas das árvores (OVALLE E AVENDAÑO, 1994). Wilson (1996) argumenta que, após um período de chuva, o teor de umidade do solo se reduz mais lentamente à sombra do que em condições de sol pleno. Uma explicação pode ser extraída do estudo de Vandebeldt & Williams (1992), segundo os quais a sombra de árvores de *Faidherbia* reduziu a temperatura do solo entre 5 e 10° C, dependendo do movimento da sombra durante o dia. Portanto, outra alteração causada pela presença das árvores nos SSP refere-se à temperatura do solo que, normalmente, é menor no interior da floresta (RIBASKI et al., 2001). Essa mudança é importante na redução do déficit hídrico, principalmente em regiões de temperaturas mais

elevadas. A retenção da umidade no solo por um maior período de tempo pode aumentar o crescimento das gramíneas, pela diminuição do déficit hídrico e/ou pelo favorecimento à atividade microbiana na serrapilheira e no solo. A atividade microbiana e a mineralização do nitrogênio decrescem linearmente com a redução do conteúdo de água no solo (WILSON, 1996).

As árvores podem atuar no controle da erosão eólica e hídrica (HOUGHTON, 1984). Em condições propícias à ocorrência de erosão eólica, seu mais efetivo controle é obtido com a preservação e, ou, ou plantio de quebra-ventos constituídos por árvores e, ou arbustos e manutenção da cobertura vegetal do solo. A redução na velocidade dos ventos, além de diminuir as perdas diretas, também reduz a evaporação da umidade do solo. O controle da erosão hídrica pelas árvores é obtido devido aos seguintes efeitos: a) redução na intensidade da chuva que chega ao solo; b) aumento na infiltração de água; c) manutenção de teor adequado de matéria orgânica na superfície; e d) efeito agregador das partículas (HOUGHTON, 1984). Esses fatores concorrem para reduzir o escoamento superficial de água no solo.

3.2 POTENCIAL PARA AUMENTO DO VALOR NUTRITIVO DO PASTO

A sombra, geralmente, favorece o aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo, induzindo aumentos na concentração de nitrogênio na matéria seca das gramíneas (RIBASKI E MONTOYA, 2000; PACIULLO et al., 2007; CASTRO et al., 2009).

Em pastagens de *B. decumbens* sombreadas por espécies arbóreas, leguminosas ou não, os teores de proteína bruta foram influenciados pelas condições de luminosidade; nas lâminas foliares dessa gramínea o teor de PB foi 29% maior na sombra do que no sol (PACIULLO et al., 2007). O maior teor de PB em gramíneas forrageiras cultivadas à sombra tem sido atribuído tanto ao efeito direto do sombreamento sobre características fisiológicas das plantas, quanto ao efeito do componente arbóreo sobre a dinâmica de nitrogênio no solo (WILSON, 1998; PACIULLO et al., 2007; SOUSA et al., 2010). Sousa (2009) discute um mecanismo relacionado ao atraso no desenvolvimento ontogenético de plantas cultivadas à sombra mais intensa. Neste caso, as forrageiras tendem a ser mais jovens fisiologicamente, o que prolonga a fase vegetativa juvenil e permite a manutenção dos níveis metabólicos mais elevados por maior período de tempo. Um segundo mecanismo, proposto por Wilson (1998), está relacionado aos aumentos da

degradação da matéria orgânica e da reciclagem de nitrogênio no solo em condições de sombreamento. Neste contexto, os maiores teores de PB do pasto, em condições de sombreamento, poderiam estar associados ao maior fluxo de nitrogênio no solo, especialmente quando o componente arbóreo é constituído por leguminosas.

Sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) os resultados, embora contraditórios, indicam uma tendência de redução dos teores de FDN e aumento da DIVMS em condições de sombra (CARVALHO, 2001). Kephart e Buxton (1993) verificaram que, impondo 63% de sombra a cinco espécies de gramíneas forrageiras perenes, o conteúdo da parede celular decresceu em apenas 3% e o teor de lignina em 4%, fatores que contribuíram para a elevação da digestibilidade em 5 pontos percentuais. À sombra, as gramíneas apresentam um ligeiro aumento da digestibilidade (1 a 3%), em virtude de sua menor concentração de parede celular. Entretanto, um aumento do teor de lignina foi reportado nas gramíneas cultivadas à sombra, em relação àquelas mantidas a pleno sol (SAMARAKOON et al., 1990).

Efeito significativo da condição de luminosidade foi observado sobre o teor de FDN da *B. decumbens*, o qual foi maior a pleno sol do que sob as copas das árvores (PACIULLO et al., 2007). Resultado semelhante foi encontrado para as espécies *B. brizantha* e *Panicum maximum*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (DENIUM et al., 1996). De acordo com os autores, a maior concentração de FDN, a pleno sol, é conseqüência da maior disponibilidade de fotoassimilados, do que resulta aumento na quantidade de tecido esclerenquimático, com maior número de células e paredes celulares mais espessas.

A literatura mostra que o efeito do sombreamento na DIVMS é variável com a espécie, nível de sombreamento e condições climáticas, principalmente temperatura e umidade. Após quatro anos da introdução de nove espécies de leguminosas arbóreas em uma pastagem já formada de *B. decumbens*, foi observado que durante a estação seca ou em período de menores precipitações, em áreas de pastagem sob a influência da sombra, a *B. decumbens* apresentava melhor qualidade do que a forragem produzida nas áreas fora da influência das árvores (CARVALHO et al., 1999). O teor de PB da forragem foi mais elevado em regime de sombreamento do que a pleno sol, em ambas as estações. Durante a estação chuvosa, as condições de sombreamento não apresentaram efeito significativo na DIVMS da *B. decumbens*.

Entretanto, durante a seca a forragem produzida na sombra apresentou valores de DIVMS maiores do que aqueles observados ao sol.

Paciullo et al. (2007) verificaram maior DIVMS de lâminas foliares de *B. decumbens* desenvolvidas à sombra, quando comparadas àquelas cultivadas a sol pleno (Tabela 2). Os autores relacionaram o maior valor de DIVMS ao maior teor de PB e menor de FDN obtidos em condições de sombreamento.

Tabela 2. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) da *Brachiaria decumbens* em condições de sol pleno ou sombreamento por árvores.

Característica	Tratamento		Significância
	Sol pleno	Sombreamento	
FDN (%)	75,9	73,1	*
DIVMS (%)	47,6	53,2	**

* significativo ($P < 0,05$); ** significativo ($P < 0,01$). Fonte: Paciullo et al. (2007).

Denium et al. (1996) observaram efeito positivo da sombra sobre a DIVMS de *Setaria anceps*, negativo em *P. maximum* e ausência de efeito em *B. brizantha*. Sob sombreamento intenso (28% de transmissão de luz) foram verificados decréscimos nos valores de digestibilidade de várias gramíneas forrageiras, mas em condições de sombra moderada (64% de transmissão de luz) esse parâmetro aumentou em comparação ao observado nas gramíneas cultivadas à luz solar plena.

Uma explicação para o aumento da digestibilidade em plantas sombreadas pode ser extraída dos relatos de Allard et al. (1991). Segundo esses autores as células do mesofilo foliar são mais esparsamente arranjadas, com maior quantidade de espaços intercelulares, em condições de sombreamento quando comparado a pleno sol, o que contribui para aumento das taxas de digestão das gramíneas forrageiras.

De forma consistente o sombreamento contribui para aumentos dos teores de PB e minerais na forrageira. A tendência de menores teores de FDN, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra, associada ao maior teor de PB, geralmente melhora a digestibilidade da matéria seca. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo de forrageiras sombreadas dependem da espécie, nível de sombreamento, fertilidade inicial do solo, estação do ano, entre outros.

3.3 INFLUÊNCIA POSTIVA DO SOMBREAMENTO NO CONFORTO ANIMAL

As variáveis ambientais como, temperatura, umidade, movimentação do ar e radiação solar, quando atingem valores superiores àqueles considerados como limítrofes para o conforto térmico dos bovinos leiteiros, podem exercer influência negativa sobre o desempenho destes animais, comprometendo a produção de leite, o ganho de peso, o crescimento e a reprodução, em decorrência de um processo conhecido como estresse calórico. Alguns índices têm sido desenvolvidos e utilizados para avaliar o impacto das variáveis ambientais sobre o desempenho do gado de leite, buscando prever o conforto, ou o desconforto térmico, dos bovinos leiteiros submetidos a diferentes condições climáticas. De modo geral, quatro parâmetros ambientais têm sido considerados: a temperatura do termômetro de bulbo seco, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a radiação solar. O índice de conforto mais comumente utilizado é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Quando o ITU ultrapassa o valor de 72, considera-se que o animal se encontra em estresse pelo calor, uma vez que este ponto representa o limite da zona de conforto para vacas em produção.

A capacidade do animal para resistir aos rigores do estresse calórico tem sido fisiologicamente avaliada por alterações na temperatura retal e na frequência respiratória (OSÓRIO, 1997), e no comportamento animal (PIRES et al., 1998). Algumas estratégias de manejo podem atenuar os efeitos do estresse térmico e dentre elas destaca-se a modificação física do ambiente, com intuito de reduzir a radiação incidente via provisão de sombra, diminuindo a carga calórica recebida pelos animais (BUFFONGTON et al., 1983). Em sistema silvipastoril, o componente florestal contribui para o conforto dos animais, por meio da provisão de sombra, atenuando as temperaturas extremas, diminuindo o impacto de chuvas e vento, e servindo de abrigo para os animais (SALLA, 2005).

Para verificar os efeitos do sombreamento sobre o conforto térmico de vacas secas manejadas em um sistema silvipastoril, foi avaliada a ação das variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) sobre os hábitos de pastejo e a utilização da sombra por estes animais. Analisando o comportamento dos animais verificou-se que, no inverno, a radiação solar, provavelmente, não constituiu fator desencadeante do estresse calórico, uma vez que os animais preferiram manter-se ao sol enquanto deitados, e tanto ao sol quanto à sombra enquanto na posição de pé (Tabela 3), indicando que estavam em conforto térmico. Já a

preferência geral pela sombra durante o verão, independentemente da postura do animal (em pé ou deitado), sinaliza que as condições climáticas nesta estação podem ser termicamente estressantes, o que confirma a necessidade de prover sombra para os animais.

Tabela 3. Percentual médio de tempo dedicado pelos animais em posição deitada ou em pé, ao sol ou à sombra, por época.

Época	Deitada		Em pé	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra
Inverno	19,3	6,2	38,2	36,4
Verão	5,0	17,5	26,4	51,1

Fonte: Paes Leme et al. (2005).

No verão, no período da tarde, houve diferença de, aproximadamente, 6°C na temperatura do globo negro, medida ao sol e à sombra. Esta diferença pode significar um aumento de 1°C na temperatura retal, e quase o dobro dos movimentos respiratórios dos animais (Collier et al., 1982). Ainda na mesma época e período, o ITU atingiu valor superior ao limite de conforto térmico para os animais (72). Para gado de leite, de forma geral, o sombreamento proporciona redução de 0,5°C na temperatura retal e de, no mínimo, 30 movimentos respiratórios por minuto além de resultar em incremento de 1,5 a 2,0 litros de leite/vaca/dia (MELLACE, 2009).

Em outro estudo realizado na Embrapa Gado de Leite foram avaliados os efeitos do sombreamento sobre as variáveis fisiológicas e comportamento de novilhas leiteiras mestiças em sistema silvipastoril e em pastagem de braquiária solteira. Foi verificado que no período da tarde o sombreamento proporcionou a atenuação de 1°C na temperatura do ar em relação àqueles valores aferidos a pleno sol (Tabela 4). A mesma tendência foi observada nos valores da Carga Térmica Radiante (CTR), evidenciando que a provisão de sombra na pastagem é um método eficiente para reduzir a radiação incidente sobre o animal, melhorando seu conforto térmico.

Segundo Morais (2002), a CTR traduz o total de energia térmica trocada entre o indivíduo e o ambiente e deveria ser a menor possível, para se obter conforto térmico. Assim, a autora, em seu experimento, considerou como altos os valores entre 666 e 801. Destaca-se, na Tabela 4, que todos os valores da CTR obtidos na sombra foram menores que o limite inferior

mencionado por Moraes (2002), enquanto a pleno sol, os valores abaixo do limite estabelecido pela autora, só foram obtidos no período da manhã. Ressalta-se, ainda, que no sistema silvipastoris, o microclima a pleno sol, representado pelos valores da CTR, apresentou-se mais adequado às condições de conforto térmico do que nos piquetes de braquiária solteira, sob as mesmas condições de insolação, o que evidencia a importância de provisão de sombra para animais em pastejo.

Tabela 4. Médias da Temperatura Ambiente (TA), Carga Térmica Radiante (CTR), Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) em sistema silvipastoril e em pastagem exclusiva de *B. decumbens*.

Variável	Sistema silvipastoril		Monocultivo de <i>B. decumbens</i>	
	9hs	15hs	9hs	15hs
TA (°C)	21,5	27,4	21,9	28,5
CTR (W.m ²)	477	516	644	707
ITGU	71	76	80	85

Fonte: Adaptado de Pires et al. (2008).

O Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) é a variável que melhor traduz a sensação térmica do animal e, conforme os dados de literatura é influenciado pela arborização das pastagens (Tabela 4); à sombra, o ITGU manteve-se dentro dos limites de conforto térmico, no período da manhã, enquanto no período da tarde, os valores observados se aproximaram daqueles indicativos de ambiente confortável (até 74).

O fato de grande parte da área da pastagem arborizada ser sombreada permitiu o aumento do número de horas de pastejo e ruminação (Tabela 5), diminuindo ainda a temperatura da superfície corporal dos animais quando comparados com o grupo de novilhas que havia sido mantido em pastagem sem árvores.

Tabela 5. Tempo médio despendido (minutos) por novilhas mestiças Holandes X Zebu nas atividades de pastejo, ruminação e ócio em sistema silvipastoril e braquiária.

Comportamento	Sistema silvipastoril	Monocultivo de <i>B. decumbens</i>
Pastejo	459,2	433,5
Ruminação	128,7	103,5
Ócio	142,0	193,3
TOTAL	729,9	730,3

Fonte: Adaptado de Pires et al. (2008).

3.4 PERSPECTIVAS PARA O AUMENTO DA PRODUÇÃO ANIMAL

Poucos trabalhos investigaram características produtivas de animais em mantidos em sistemas silvipastoris. Alguns trabalhos foram conduzidos em regiões de clima temperado, comparando sistemas silvipastoris e monocultivo de gramíneas (HAWKE, 1991; CLASON and SHARROW, 2000; TEKLEHAIMANOT et al., 2002; KALLEMBACH et al., 2006). Na região tropical, os resultados evidenciam o potencial de sistemas silvipastoris em prover melhorias, especialmente no desempenho individual de animais em regime de pastejo.

Os ganhos de peso de novilhas leiteiras Holandês x Zebu em sistema silvipastoril foram comparados com aqueles obtidos em pastagem de braquiária solteira (PACIULLO et al., 2011a). No primeiro e terceiro anos experimentais da época chuvosa foram observados maiores ganhos de peso no sistema silvipastoril do que no monocultivo (Tabela 6).

Os autores consideraram que o maior teor de PB no sistema silvipastoril pode ter contribuído para melhoria da qualidade da dieta das novilhas na pastagem arborizada, favorecendo o desempenho animal. Considerando o consumo médio de MS na época chuvosa do ano de 2,3% do PV (PACIULLO et al, 2009) e os teores de PB do pasto em cada sistema (8,9% para o silvipastoril e 7,8% para o monocultivo), durante o período chuvoso, foi calculado um consumo médio de 69 g/dia/novilha de PB a mais no sistema silvipastoril, quando comparado ao sistema em monocultivo.

Tabela 6. Desempenho de novilhas (g/animal/dia) durante a época chuvosa, de acordo com o sistema de recria.

Ano experimental	Sistema de recria					
	Silvipastoril			Monocultivo		
	Peso inicial	Peso Final	Ganho de peso	Peso inicial	Peso Final	Ganho de peso
2004/2005	234	336	722 A	237	324	624 B
2005/2006	270	342	647 A	261	324	563 A
2006/2007	283	349	628 A	293	347	515 B

Médias seguidas por diferentes letras, na linha comparando sistema de recria, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011a).

Concluiu-se, também, que a amenização ambiental conferida pela sombra das árvores no sistema silvipastoril pode ter contribuído para o melhor desempenho das novilhas leiteiras, especialmente durante a época chuvosa, quando as temperaturas alcançaram valores próximos de 30 °C. O maior ganho de peso individual pode ser relevante para sistemas de pecuária leiteira, considerando que a aceleração no crescimento poderá contribuir para redução da idade à primeira concepção e, conseqüentemente, ao primeiro parto das novilhas. Os ganhos médios por área também indicaram vantagem para o sistema silvipastoril (Tabela 7).

Tabela 7. Ganho de peso por área (kg/ha), durante a época chuvosa, de acordo com o sistema de recria.

Ano experimental	Sistema de recria	
	Silvipastoril	Monocultivo
2004/2005	298 A	256 B
2005/2006	242 A	230 A
2006/2007	258 A	211 B

Médias seguidas por letras diferentes, na linha comparando sistema de recria, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011a).

Pires et al. (2009) avaliaram a massa e o valor nutritivo da forragem, o consumo de

matéria seca e a produção de leite de vacas Holandês x Zebu em pastagens arborizadas e com maior percentual de leguminosas herbáceas ou não-arborizadas e com menor percentual de leguminosas herbáceas. Os resultados demonstraram que a produção de leite foi maior na pastagem arborizada do que na pastagem não-arborizada. Considerando que as ofertas de forragem e os consumos de MS foram semelhantes entre os dois tipos de pastagem, a diferença na produção de leite foi atribuída a outros fatores. Primeiro, à maior diversidade de espécies forrageiras e, principalmente, à maior porcentagem de leguminosas na pastagem arborizada, as quais apresentaram maiores teores de proteína bruta que o campim-braquiária. O consumo de leguminosas pelas vacas provavelmente influenciou positivamente na qualidade da dieta, permitindo maior produção de leite. Os autores concluíram que o sombreamento pelas árvores, também pode ter proporcionado um ambiente com temperaturas mais amenas e, conseqüentemente, condições de conforto térmico mais adequadas às vacas em pastejo.

Em trabalho realizado em pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu, estabelecidas em sistema silvipastoril com eucalipto, os ganhos de peso corporal de novilhos nelores variaram entre 392 e 892 g/novilho.dia, dependendo da oferta de forragem e da dose de adubo nitrogenado (BERNARDINO et al., 2011). Os autores consideraram os ganhos de peso moderados para animais pastejando *B. brizantha*, quando confrontados com resultados obtidos a pleno sol, mas destacaram o potencial de utilização de sistemas silvipastoris na produção de bovinos de corte.

Em países como Colômbia, Costa Rica, México, entre outros da América do Sul e América Central, tem sido proposto um sistema silvipastoril intensivo, no qual são preconizadas altas densidades de plantas por hectare, em especial da espécie *Leucaena leucocephala*. Murgueitio et al. (2011) apresentam resultados que demonstram o potencial do sistema, tais como capacidade de suporte de 4 UA/ha, produção de leite de mais de 10.000 l/ha/ano e potencial de persistência do sistema de mais de 20 anos.

3.5 DIVERSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E RENDA NA PROPRIEDADE

As árvores existentes em um sistema silvipastoril podem permanecer por um longo período na área, cumprindo funções importantes, tais como sombreamento para os animais, incremento na reciclagem de nutrientes, sequestro de carbono, entre outros. Por outro lado,

pode-se prever a remoção do componente arbóreo em diferentes momentos de desenvolvimento do sistema. Neste caso, há possibilidade de uso da madeira na propriedade e/ou comercialização com vistas à obtenção de lucros financeiros.

Do ponto de vista econômico, alguns estudos têm evidenciado o potencial de comercialização das árvores. Oliveira et al. (2000) examinaram a viabilidade econômica da implantação de sistemas agrossilvipastoris em áreas do cerrado, visando à produção de madeira para serraria e para energia. Concluiu que esta prática torna-se viável, desde que pelo menos 5% da madeira produzida seja usada para serraria e a madeira restante para energia ou outro fim que alcance valor igual ou mais alto no mercado. Dubé et al. (2000) também fizeram a avaliação econômica deste sistema e concluíram que uma alocação de madeira para serraria superior a 40% proporcionaria melhor retorno e que a empresa que utiliza sistemas agrossilvipastoris é mais eficiente do ponto de vista econômico do uso da terra, já que o custo de implantação e manutenção de 1 ha de eucalipto representa mais de um terço dos custos totais de implantação, manutenção e colheita dos componentes do sistema.

Na Zona da Mata de Minas Gerais, foram comparados aspectos econômicos de três sistemas de produção: 1) reflorestamento de eucalipto (3x3m); 2) pecuária leiteira convencional e 3) sistema silvipastoril – eucalipto (10x4m) + pecuária leiteira (VALE, 2004). Vários indicadores econômicos apontaram para vantagens do sistema silvipastoril, motivo pelo qual os autores concluíram que o uso de sistemas silvipastoris com eucalipto + pecuária leiteira representa uma alternativa viável para o desenvolvimento sustentável da região.

Na Embrapa Gado de Leite, um experimento de longa duração vem sendo conduzido para avaliar aspectos ambientais, produtivos e econômicos de um modelo de sistema silvipastoril implantado em área de topografia montanhosa. Foram estabelecidas faixas de árvores em curva de nível, com largura de aproximadamente 10 metros, intercaladas por faixas de pastagem com largura aproximada de 30 metros. O sistema é composto por duas espécies arbóreas: *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium* e o componente herbáceo é formado por pastagem de *Brachiaria decumbens*. Na implantação do sistema, as árvores foram plantadas em faixas (espaçamento inicial 3,0 x 3,0 m) e o feijão guandu (*Cajanus cajan*), para adubação verde, foi semeado nas faixas sem árvores (30 m de largura). O pasto foi estabelecido no segundo ano juntamente com a cultura do milho. Não houve proteção das árvores por meio de cercas e o pastejo só foi iniciado aos 22 meses de idade, a fim de se evitar danos pelos animais.

Aos sete anos de idade foi realizado um desbaste seletivo das árvores de eucalipto com o objetivo de aumentar a incidência de radiação fotossinteticamente ativa no sub-bosque, prolongar a ciclagem de nutrientes, reduzir o tempo para produzir árvores de grande porte com tronco de qualidade desejada e obter produtos florestais com possibilidade de rendas intermediárias (antes do corte final). Para avaliação econômica foram considerados os critérios valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR). Considerou-se horizonte de planejamento de 10 anos e uma taxa de juros de 6%.

Para avaliar a receita obtida pela venda da madeira, foram consideradas as seguintes alternativas: 1 - venda madeira em pé; 2 - venda da madeira empilhada na estrada; e 3 - venda da madeira colocada no pátio do consumidor (considerou-se a venda de mourões na propriedade).

A seguir são apresentados dados econômicos do sistema, conforme trabalho de Muller et al. (2011). Pela análise da Tabela 8, pode-se observar que a uma taxa de desconto de 6%, tanto o VPL quanto a TIR, apontam que todas as alternativas de obtenção de receita pela venda da madeira foram viáveis. Esses valores também mostraram que, a agregação de valor ao produto florestal (Alternativa 3), mantendo-se todos os demais produtos do sistema constantes, proporcionou aumento da atratividade.

Ao analisar os componentes do sistema (lavoura, pecuária e silvicultura) separadamente (Tabela 9), verifica-se que a atividade agrícola foi inviável economicamente, provavelmente em função da baixa produtividade da cultura. Por outro lado, as atividades de pecuária e silvicultura apresentaram viabilidade econômica.

Tabela 8. Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) do sistema, considerando as três alternativas de obtenção de receita pela venda da madeira, com uma taxa de desconto de 6%.

	Madeira em pé	Madeira empilhada na estrada	Madeira colocada no pátio
VPL	R\$ 1.152,23	R\$ 1.480,00	R\$ 1.743,31
TIR	10%	11,00%	11,65%

Fonte: Muller et al. (2011).

Tabela 9. Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) considerando os componentes isoladamente, com uma taxa de desconto de 6%.

	Lavoura	Pecuária	Silvicultura*
VPL	- R\$ 180,62	R\$ 1.657,00	R\$ 1.170,36
TIR	-	19,00%	17,00%

*Considerando a venda da madeira colocada no pátio do consumidor.

Fonte: Muller et al. (2011).

Embora após o primeiro ano o saldo do fluxo de caixa do sistema tenha se tornado positivo, o pagamento dos investimentos iniciais somente seria possível após o primeiro desbaste de árvores, o qual permitiria obtenção de receita que superior aos custos de investimento inicial do sistema.

Os autores concluíram que o sistema se apresenta pouco sensível a variações nos preços dos produtos e bastante tolerante ao aumento do custo. Para carne o preço deve sofrer queda de 25%, 33% e 39%, nas situações de venda da madeira em pé, empilhada na estrada e entregue no pátio do consumidor, respectivamente para que o sistema se torne inviável. Já para o caso da madeira o sistema suporta uma queda ainda maior no preço, ou seja, a queda nos preços da madeira nas três situações deveria ser de 56%, 57% e 59%, respectivamente, para que o sistema se torne inviável.

3.6 PERSPECTIVAS PARA O AUMENTO DO SEQUESTRO DE CARBONO

De acordo com projeções recentes, a área mundial plantada com sistemas agrossilvipastoris aumentará substancialmente em um futuro próximo. Sem dúvida, isso terá um grande impacto sobre o armazenamento e o fluxo C em um longo prazo na biosfera terrestre (DIXON, 1993). Agroecossistemas desempenham um papel central no ciclo global de C e contem aproximadamente 12% C terrestre do mundo (DIXON et al., 1994).

Embora os sistemas agrossilvipastoris possam envolver práticas que favorecem a emissão de GEE, incluindo a agricultura itinerante, uso da adubação nitrogenada, entre outras (DIXON, 1993; LE MER and ROGER, 2001), vários estudos têm mostrado que a inclusão de árvores em áreas agrícolas e pecuárias, em geral, melhora a produtividade dos sistemas, oferecendo

oportunidades para aumentar o sequestro de C (DIXON et al., 1993; MONTAGNINI e NAIR, 2004; IBRAHIM et al., 2007; ANDRADE et al., 2008).

Além disso, os sistemas agrossilvipastoris podem ter um efeito indireto no sequestro de C, na medida em que contribuem para reduzir a pressão sobre as florestas naturais, que são o maior sumidouro de C terrestre (MONTAGNINI e NAIR, 2004). Dentro de regiões tropicais, estima-se que um hectare sistema agroflorestal manejado adequadamente poderia potencialmente compensar 5 a 20 hectares de desmatamento (DIXON et al., 1993).

Em sistemas silvipastoris, o sequestro de carbono envolve primariamente a captura do CO₂ atmosférico durante a fotossíntese e a transferência do C fixado para o armazenamento, tanto acima, quanto abaixo do solo. Acima do solo o C é fixado em caules e folhas de árvores e plantas herbáceas, enquanto abaixo do solo é fixado em raízes, organismos do solo, além do C estocado em diferentes horizontes do solo (NAIR, 2011). Com base na hipótese de que a incorporação de árvores em áreas de pastagens poderia resultar em maior quantidade líquida de C estocado (HAILE et al., 2008), acredita-se que sistemas silvipastoris apresentam maior potencial para sequestrar C, que monocultivos de pastagens ou culturas agrícolas.

O aumento no estoque de C em um determinado período é simplesmente o primeiro passo. Em sistemas agrossilvipastoris, o sequestro de C é um processo dinâmico que pode ser dividido em várias fases. Durante o estabelecimento, muitos sistemas podem tornar-se fonte de gases, pelas perdas de C e N da vegetação e do solo.

Segue-se um período de rápida acumulação, quando toneladas de C são armazenadas em caules, folhas, raízes e solo. Na fase de colheita das árvores, uma consideração importante se refere ao uso da biomassa arbórea em sistemas silvipastoris.

Se as árvores colhidas são usadas como madeira para produção de móveis e construções o C estará fixado por longo período. Por outro lado, o sequestro pode ser de curto período se as árvores são queimadas ou destinadas à produção de papel. O sequestro efetivo somente pode ser considerado se o balanço líquido positivo de C ocorre após várias décadas, em relação ao estoque inicial (ALBRECHT and KANDJI, 2003).

4. DESAFIOS

Apesar dos vários benefícios potenciais da implantação de sistemas silvipastoris, alguns desafios inerentes à tecnologia podem interferir negativamente no processo de adoção pelos produtores rurais (DIAS FILHO, 2007), assim como na sustentabilidade do sistema.

4.1 QUESTÃO ECONÔMICA

Em revisão sobre o assunto, Dias Filho (2007) menciona sobre um estudo do Banco Mundial sobre sistemas silvipastoris, o qual relaciona a baixa lucratividade inicial do sistema à dificuldade no processo de adoção pelo produtor (PAGIOLA et al., 2004). Segundo os autores, a razão para isso seria que a implantação desses sistemas exige maiores investimentos de tempo e dinheiro, os quais diminuiriam a velocidade de obtenção dos lucros.

Por esse motivo, nos primeiros anos após o estabelecimento de sistemas silvipastoris, a renda da propriedade rural seria comparativamente menor do que aquela sob sistema tradicional de pastagem (i.e., pastagem em monocultivo de gramínea). Isso ocorreria devido aos maiores investimentos iniciais para a implantação do SSP e ao tempo demandado para que as árvores cresçam o suficiente para gerar benefícios financeiros diretos (e.g., colheita de produtos oriundos das árvores) ou indiretos (e.g., melhoria no desempenho do gado).

Por exemplo, no estudo de Pagiola et al. (2004), desenvolvido em uma propriedade rural de 20 ha na Nicarágua, para a produção de bovinos de corte e leite, encontrou-se que somente no quinto ano após a implantação, a renda líquida do SSP ultrapassaria aquela do sistema tradicional de pastagem.

A disponibilização de políticas públicas com linhas de crédito específicas para sistemas de integração, como o programa “Agricultura de Baixo Carbono” (programa ABC), pode reduzir o problema, desde que facilitem a tomada de recursos financeiros pelo produtor, sendo, este, talvez, o maior desafio de tais programas governamentais.

4.2 O DESAFIO DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Os sistemas silvipastoris são constituídos por espécies forrageiras e florestais, além dos animais. O conjunto de interações entre os componentes, inerente ao sistema, torna esse sistema mais complexo do que sistemas de monocultivo. As estratégias de implantação e manutenção

requerem mão de obra mais capacitada, infraestrutura mais elaborada e principalmente, maior número de tomada de decisões de manejo, quando comparado a sistemas mais tradicionais e menos intensivos de uso da terra, como as pastagens de gramíneas em monocultivo (DIAS FILHO, 2007).

Neste contexto, o respaldo técnico de especialistas conhecedor das ações de manejo do sistema é de fundamental importância durante todas as fases do sistema (planejamento, implantação, desenvolvimento e produção). A intensificação do número de cursos para treinamento de técnicos de empresas públicas e privadas de assistência técnica seria de suma importância para garantir que o produtor receba informações corretas relacionadas à tecnologia.

4.3 O DESAFIO DE MANTER A PRODUTIVIDADE DO PASTO EM CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

A redução da luminosidade disponível para as pastagens que crescem sob as copas das árvores influencia, de forma diferenciada, aspectos morfogênicos determinantes da sua produtividade, dependendo tanto da espécie forrageira considerada, como do nível de sombreamento imposto pelas espécies arbóreas associadas.

Mesmo gramíneas consideradas medianamente tolerantes ao sombreamento têm apresentado redução acentuada da produção de forragem quando submetidas a condições de sombreamento intenso, em geral com níveis de sombra acima de 50% da luz solar plena (ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2007), o que pode ameaçar a persistência do pasto em ambientes silvipastoris. Resultados de pesquisa têm revelado que a *B. decumbens* se mostrou pouco tolerante ao sombreamento intenso (65% de sombreamento em relação à condição de sol pleno), considerando o baixo nível de produtividade obtido (Tabela 1).

A diminuição do sombreamento de 65 para 35% resultou em aumentos da ordem de 65% para a massa de forragem (PACIULLO et al., 2007), evidenciando a tolerância dessa espécie ao sombreamento moderado. Castro et al. (1999) também observaram redução de 50% no rendimento forrageiro dessa espécie quando cultivada com 60% de sombreamento artificial. A espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu também apresentou diminuição de 60% na taxa de acúmulo de MS quando cultivada sob 70% sombreamento artificial (ANDRADE et al., 2004).

Dois aspectos são importantes na tentativa de mitigar as influências negativas do sombreamento sobre o crescimento do pasto. Primeiro, a escolha de forrageiras pelo menos medianamente tolerantes ao sombreamento, tais como as do gênero *Brachiaria*.

O segundo aspecto diz respeito à densidade e ao arranjo de plantio das árvores, além das práticas de manejo do componente arbóreo durante o desenvolvimento do sistema. Em espaçamentos mais amplos há maior incidência de luminosidade no sub-bosque. Além disso, a idade altera o padrão de distribuição da luminosidade para o sub-bosque, apesar de se manter a tendência de maior luminosidade para o sub-bosque nos espaçamentos mais amplos (OLIVEIRA et al., 2007).

Sendo assim, tendo em vista o caráter de longo prazo deste tipo de sistema, enfatiza-se que é imperativo o controle do sombreamento. Este controle se dá basicamente por meio de dois tipos de manejo: a desrama e o desbaste. A desrama artificial consiste na remoção de galhos vivos da árvore com o objetivo de aumentar a qualidade do produto final, obtendo-se madeira limpa e sem defeitos (POLLI et al., 2006).

A desrama ainda tem a finalidade de favorecer o crescimento e as características dendrométricas das árvores, bem como, aumentar a luminosidade nas entrelinhas das árvores, favorecendo o crescimento do pasto. Neste sentido, estima-se que a desrama pode proporcionar um aumento entre 30 e 40% de luminosidade para o sub-bosque.

O desbaste, por sua vez, consiste na remoção de árvores selecionadas dentro do sistema. Esta técnica é empregada na silvicultura tradicional, com o objetivo de melhorar as características físicas e de forma das árvores de melhor qualidade para produção de madeira de alto valor agregado. Entretanto, pode-se depreender que a despeito do objetivo meramente silvicultural, há outro benefício associado que é o aumento de luminosidade incidente no sub-bosque.

4.4 O MANEJO DO PASTEJO E O USO DE FERTILIZANTES

Ainda não há definições claras a respeito do manejo do pastejo em sistemas silvipastoris. Conhecimentos sobre questões importantes como, intervalo de desfolha e intensidade de pastejo mais adequados ainda não foram gerados e devem merecer especial atenção por parte dos pesquisadores.

Os resultados evidenciam que o uso de fertilizantes na busca pelo aumento de produtividade do componente pecuário, em sistemas silvipastoris, embora seja importante, deve ser analisado com reservas, em função da interferência do sombreamento nas respostas das gramíneas. Os benefícios podem ser alcançados com uso de doses moderadas, desde que o sombreamento também seja apenas moderado.

Na maioria dos casos, sombreamento acima de 50% da RFA reduz acentuadamente a resposta do pasto ao adubo aplicado (ERIKSEN and WHITNEY, 1981; GUENNI et al., 2008; PANDEY et al., 2011; PACIULLO et al., 2012), tornando a prática da adubação questionável nesses casos. Novos estudos são necessários para definição de doses de fertilizantes e estratégias de aplicação em pastagens sombreadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes desafios da pesquisa agropecuária é manter a produção agropecuária em níveis tais que sustentem uma população em crescimento sem com isto contribuir para aumentar a degradação do meio ambiente. O uso de sistemas silvipastoris para a produção de ruminantes surge como opção técnica e economicamente viável. Esses sistemas apresentam uma série de vantagens do ponto de vista agrônomo, zootécnico, econômico e ambiental. Entretanto, alguns desafios devem ser enfrentados, tais como os de ordem econômica, especialmente no que se refere aos custos de implantação do sistema e o longo prazo para o retorno financeiro, os de ordem operacional, ligadas à maior complexidade do sistema e às dificuldades de manejo. O sombreamento também deverá ser apenas moderado ao longo do ciclo de produção vegetal e animal, a fim de se evitar redução na produção de forragem no sub-bosque.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 99, p. 15-27, 2003.

ALLARD, G.; NELSON, C. J.; PALLARDY, S. G. Shade effects on growth of Tall Fescue: I. Leaf anatomy and dry matter partitioning. **Crop Science**, v. 31, p. 163-167, 1991.

ANDRADE, C. M. S. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.

ANDRADE, E. J.; BROOK, R.; IBRAIHM, M. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. **Plant and Soil**, v. 30, p. 11-22, 2008.

BERNARDINO, F. S. et al. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1412-1419, 2011.

BUFFINGTON, D.; COLLIER, R. J.; CANTON, G.H. Shade management Systems to reduce heat stress for dairy cows in hot humid climates. **Trans. ASAE**, v. 26, p. 1798-1802, 1983.

CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO. 3., 2001, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 85-108.

CARVALHO, M. M. et al. Composición química del forraje de *B. decumbens* asociada com tres espécies de leguminosas arboreas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS SOSTENIBLES, 6., 1999, Cali. Memórias... Cali: CIPAV, 1999. 1 CD.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação e sustentabilidade de pastagens cultivadas. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Eds.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 189-204.

CASTRO, C. R. T. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.

CASTRO, C. R. T. et al. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 19-25, 2009.

CLASON, T. R.; SHARROW, S. H. Silvopastoral practices. In: GARRETT H. E.; RIETVELD, W. J.; FISHER, R. F. (eds). **North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice**. ASA, Madison, 2000. p. 119-147.

COLLIER, R. J.; BEEDE, D. K.; THATCHER, W. W. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. **Journal Dairy Research**, v. 65, p. 2213-2227, 1982.

DENIUM, B. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v. 44, p. 111-124, 1996.

DIXON, R. K. et al. Integrated systems: assessing of promising agroforest and alternative land-uselands-use practices to enhance carbon conservation and sequestration. **Clim. Chn.**, v. 30, p. 1-23, 1994.

DIXON, R. K.; WINJUM, J. K.; SCHROEDER, P. E. Conservation and sequestration of carbon: the potential of forest and agro-forest management practices. **Gl. Environ. Chn.**, v. 2, p. 159-173, 1993.

DUBÉ, F. et al. Avaliação econômica de um sistema agroflorestal com *Eucalyptus* sp. no nordeste do Estado de Minas Gerais: o caso da Companhia Mineira de Metais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 437-443, 2000.

ERIKSEN, F. I.; WHITNEY, A. S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 427-433, 1981.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria spp.* consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 238-245, 1998.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v. 42, p. 75-87, 2008.

HAILE, S. G.; NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D. Carbon storage of different soil-size fractions in Florida silvopastoral systems. **Journal Environmental Quality**, v. 37, p. 1789-1797, 2008.

HAWKE, M. F. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. **Forage Ecology Management**, v. 45, p. 109-118, 1991.

HOUGHTON, D. Trees and erosion control. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 110, n. 1, p. 9-12, 1984.

IBRAHIM, M.; CHACÓN, M.; CUARTAS, C. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. **Agroforestería en las Américas**, n. 45, 2007.

KALLENBACH, R. L.; KERLEY, M. S.; BISHOP-HURLEY, J. G. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine–Walnut Silvopasture. **Agroforestry Systems**, v. 66, p. 43-53, 2006.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R. Forage quality responses of C₃ and C₄ perennial grasses to shade. **Crop Science**, v. 33, n. 4, p. 831-837, 1993.

MELLACE, E. M. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem estar de novilhas leiteiras criadas a pasto**. Piracicaba, 95f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P. K. R. Carbon sequestration: na underrexplicated environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 281-295, 2004.

MORAIS, D.A.E.F. **Variação de características do pelame, níveis de hormônios tireoideanos e produção de vacas leiteiras em ambiente quente e seco**. Jaboticabal, 123f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, 2002.

MÜLLER, M. D. et al. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1148-1153, 2011.

MURGUEITIO, E. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forestry Ecology Management**, v. 261, p. 1654-1663, 2011.

NAIR, P. K. R. Carbon sequestration studies in agroforestry systems: a reality-check. **Agroforestry Systems**, September, 2011.

OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; SILVEIRA, V. P. Análise econômica de um sistema agrossilvipastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2000.

OLIVEIRA, T. K. et al. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 40-50, 2007.

OSÓRIO, M. M. Rectal temperature rhythms of cattle in the tropics. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5., 1997, Bloomington. **Proceedings...** Bloomington: American Society of Agricultural Engineers, 1997. p. 803-808.

OVALLE, C.; AVENDAÑO, J. Influencia del árbol sobre la vegetacion en los espinales (**Acacia caven**) de la zona mediterranea de Chile. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 151-159 (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).

PACIULLO, D. S. C. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, 2007.

PACIULLO D. S. C. et al. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, p. 166-172, 2011a.

PACIULLO, D. S. C. et al. Fertilidad del suelo y biomasa de forraje en pasturas manejadas con diferentes coberturas arbóreas. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA. 5. 2011, **Anais...** Habana: Instituto de Investigaciones Forestais, 2011b. 5p. 1 CD.

PACIULLO, D. S. C. et al. Composição morfológica e acúmulo de forragem de *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização, em sistema silvipastoril ou monocultivo. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. CD ROM.

PACIULLO, D. S. C. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1528-1535, 2009.

PANDEY, C. B. et al. Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. **Agroforestry Systems**, v. 83, p. 1-12, 2011.

PAGIOLA, S. et al. **Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes**. Environment Department Paper No. 96, Environmental Economics Series. Washington, DC, World Bank. 2004.

PIRES, M. F. A. et al. Produção leiteira de vacas mestiças em pastagens arborizadas ou não e consorciadas de gramíneas com leguminosas, manejadas de forma orgânica. In: CONGRESSO NACIONAL DE SISTEMAS SILVIPASTORILES, 2009, Posadas. **Actas...** Buenos Aires: INTA, 2009. p. 354-358.

PIRES, M. F. A. Efeito das estações (verão e inverno) na temperatura retal e frequência respiratória de vacas Holandesas confinadas em free stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 6, p. 747-752, 1998.

POLLI, H. Q. et al. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, v. 30, p. 557-566, 2006.

RIBASKI, J., MONTOYA, L. J. V. Sistema silvipastoris desenvolvidos na região Sul do Brasil: a experiência da Embrapa Florestas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000. I CD ROM.

RIBASKI, J., MONTOYA, L. J. V., RODIGHIERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 212, p. 61-67, 2001.

SALLA, L.E. **Comportamento e características adaptativas de novilhas leiteiras em sistema de pastejo rotacionado.** Viçosa, 85 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

SAMARAKOON, S. P.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 161-169, 1990.

SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.; SIMÓN, L. Efecto del sistema silvopastoril en la fertilidad edáfica en unidades lecheras de la empresa nazareno. **Pastos e Forrajes**, v. 26, p. 131-136, 2003.

SANCHEZ, M. D. Panorama de los sistemas agroforestales pecuarios en América Latina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000. I CD ROM.

SOUSA, L. F. **Brachiaria brizantha cv. Marandu em sistema silvipastoril e monocultivo.** Belo Horizonte, 166f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

SOUSA, L. F. et al. Nutritional evaluation of “Braquiarão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v. 79, p. 179-189, 2010.

TEKLEHAIMANOT, Z., JONES, M., SINCLAIR, F. L. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in silvopastoral system in North Wales, UK. **Agroforestry Systems**, v. 56, p. 47–55, 2002.

VANDENBELT, R. J.; WILLIAMS, J. H. The effect of soil surface temperature on the growth of millet in relation to the effect of *Faidherbia albida* trees. **Agriculture and Forest Meteorology**, v. 60, p. 93-100, 1992.

XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA



Universidade Federal do Espírito Santo

Vitória ES, 12 a 14 de maio de 2014



A Zootecnia Fazendo o Brasil Crescer

www.zootec.org.br

WILSON, J. R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 47, p. 1075-1093, 1996.

WILSON, J. R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grasslands**, v. 32, p. 209-220, 1998.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2ed. CAB International, 1997. 320p.